



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 044 799** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **C 22 C 45/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5059061/02, 18.08.1992

(46) Дата публикации: 27.09.1995

(56) Ссылки: IEEE Transactions On Magnetics, Vol.
Mag - 20, No - 5, September, 1984, pp.1415-1416.

(71) Заявитель:
Кулинич Т.П.,
Макаров В.А.,
Рачков В.В.,
Смирнов В.В.

(72) Изобретатель: Кулинич Т.П.,
Макаров В.А., Рачков В.В., Смирнов В.В.

(73) Патентообладатель:
Кулинич Татьяна Петровна

(54) АМОРФНЫЙ СПЛАВ

(57) Реферат:

Аморфный сплав для изготовления
сердечников линейных
трансформаторов-накопителей содержит,
мас. железо 76 82; никель 0 5; бор 10 14;
кремний 6 16; фосфор 0 2; углерод 0 2;
алюминий 0 2, при условии, что суммарное

содержание бора, кремния, фосфора,
углерода и алюминия находится в интервале
18 22 мас. а поверхностную кристаллизацию
ведут при температуре на 120 50°C ниже
температуры объемной кристаллизации в
течение 1 8 ч при давлении воздуха
1,0-10⁻¹ 1 табл.

RU 2 044 799 C1

RU 2 044 799 C1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 044 799** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **C 22 C 45/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5059061/02, 18.08.1992
(46) Date of publication: 27.09.1995

(71) Applicant:
Kulinich T.P.,
Makarov V.A.,
Rachkov V.V.,
Smimov V.V.
(72) Inventor: Kulinich T.P.,
Makarov V.A., Rachkov V.V., Smimov V.V.
(73) Proprietor:
Kulinich Tatjana Petrovna

(54) **AMORPHOUS ALLOY**

(57) Abstract:
FIELD: production of cores of linear
accumulating transformers. SUBSTANCE:
amorphous alloy contains (mass): ferrum
(76-82), nickel (0-5); boron 10-14; silicium
(6-16); phosphorus (0-2); carbon (0-2);
aluminium (0-2), with total content of
boron, silicium, phosphorus, carbon and

aluminium being in range (18-22). Surface
crystallization of the alloy is being
performed at temperature, being by 120-50 C
lower, than volume crystallization
temperature over 1-8 hours upon air pressure
 $1.0 \cdot 10^{-1}$. EFFECT: enhanced quality of cores
of such alloy. 1 cl, 1 tbl

RU 2 044 799 C1

RU 2 044 799 C1

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано в электротехнике и радиоэлектронике при производстве магнитных элементов, в частности линейных трансформаторов-накопителей, дросселей.

Известен сердечник из магнитно-мягкого сплава с зазором. Сердечник имеет постоянную проницаемость в больших полях и регулируемые магнитные свойства (пат. США N 4265684, кл. H 01 F 17/06).

Наличие зазора является большим недостатком такого сердечника, так как технология изготовления реза включает в себя дополнительные дорогостоящие операции: резку в оправке, склейку, заполнение зазора прокладкой из немагнитного материала, сушку.

Внесение зазора в конструкцию сердечника ухудшает его динамические характеристики, ведет к увеличению потерь вследствие замыкания витков между собой и делает невозможным получение линейной $B(H)$ зависимости в области средних полей 1800 4000 А/м, так как даже малый зазор создает значительный размагничивающий фактор.

При изготовлении таких сердечников имеется большой брак по воспроизводимости эксплуатационных характеристик.

Известен аморфный сплав $Fe_{81}Si_{13.5}B_{3.5}C_2$ и $Fe_{81}B_{14}Si_5$ для накопителей магнитной энергии (пат. США N 4889568, кл. C 21 D 1/04, 1989). Эти сердечники для получения комплекса эксплуатационных свойств подвергают термообработке для обеспечения объемной кристаллизации. Однако целью обработки является получение высокой магнитной энергии и снижение потерь. Получить на базе известного сплава сердечник с высокой линейностью зависимости $B(H)$ в области средних и больших полей не представляется возможным.

Наиболее близким к предлагаемому является аморфный сплав $Fe_{77.5}B_{13}Si_{9.5}$, который с целью получения высокой энергии при использовании в накопителях подвергают поверхностной кристаллизации (IEEE Transactions, of Magnetics, vol. MAG-200, NO 5, September 1984, pp. 1415 1416).

Сердечник, изготовленный из известного сплава, имеет следующие эксплуатационные характеристики: запасенная энергия 650 Дж/м², магнитная проницаемость 1200 в интервале полей 0 1000 А/м.

Такие эксплуатационные свойства являются недостаточными для использования известного сплава в производстве линейных трансформаторов-накопителей.

Целью изобретения является обеспечение постоянства магнитной проницаемости в широком интервале полей и увеличение накопленной энергии.

Цель достигается тем, что известный сплав дополнительно содержит никель, фосфор, углерод и алюминий при следующем соотношении компонентов, мас. Железо 76 82 Никель 0 5 Бор 10 14 Кремний 6 10 Фосфор 0 2 Углерод 0 2 Алюминий 0 5, при этом должно выполняться условие, что $\Sigma B, Si, P, C, Al$ 18 22.

Полученный сплав подвергают термической обработке для протекания поверхностной кристаллизации выдерживают

при температуре на 120 50°C ниже температуры объемной кристаллизации в течение 1 8 ч при давлении воздуха $1,0 \cdot 10^{-1}$ атм.

При содержании железа ниже 76 мас. и выше 82 мас. невозможно получить аморфный материал методом сплинигования.

Содержание никеля больше 5 мас. приводит к сильному снижению магнитострикции насыщения, вследствие чего кристаллизованные соли не влияют на магнитные свойства материала.

При суммарном содержании металлоидов меньше 18 мас. или выше 22 мас. невозможно получить аморфный материал.

Проведение поверхностной кристаллизации при температуре меньшей, чем $T_{об.крис.}$ 120°C, не обеспечивает требуемое количество кристаллической фазы на поверхности материала.

Проведение поверхностной кристаллизации при температуре выше, чем $T_{об.крис.}$ = 50°C, приведет к быстрой объемной кристаллизации.

Время выдержки, меньшее чем 1 ч, не позволяет получить требуемое количество кристаллической фазы.

Время выдержки, большее чем 8 ч, приводит к прорастанию поверхностных кристаллов в объем материала.

Интервал давлений воздуха при термообработке $1,0 \cdot 10^{-1}$ атм обусловлен требуемым количеством кристаллизованной фазы и позволяет регулировать ее количество.

Пр и м е р. Методом сплинигования изготавливают аморфную ленту из сплава состава, мас. Железо 76 82 Никель 0 5 Бор 10 14 Кремний 6 10 Фосфор 0 2 Углерод 0 2 Алюминий 0 5.

Из ленты изготавливают сердечники линейных трансформаторов-накопителей и подвергают их поверхностной кристаллизации по режиму: нагрев в воздушной среде, находящейся под давлением $1,0 \cdot 10^{-1}$ атм, до температуры на 120 50°C ниже температуры объемной кристаллизации сплава и выдержка в этих условиях в течение 1 8 ч.

По окончании термической обработки измеряют эксплуатационные характеристики сердечников.

Результаты испытаний сведены в таблицу. Как следует из приведенных сравнительных данных, предложенный сплав имеет постоянную магнитную проницаемость в большем интервале магнитных полей и позволяет накопить большую энергию, чем известный.

Все это делает возможным с успехом использовать сплав в производстве сердечников линейных трансформаторов-накопителей.

Формула изобретения:

АМОРФНЫЙ СПЛАВ для изготовления сердечников линейных трансформаторов-накопителей, содержащий железо, бор и кремний, обработанный путем поверхностной кристаллизации, отличающийся тем, что он дополнительно содержит никель, фосфор, углерод и алюминий при следующем соотношении компонентов, ат.

Железо 76 82
Никель 0 5

Бор 10 14
Кремний 6 10
Фосфор 0 2
Углерод 0 2
Алюминий 0 2
при условии, что суммарное содержание

бора, кремния, фосфора, углерода и алюминия находится в интервале 18 22 ат. а поверхностную кристаллизацию ведут при температуре, на 120±50°С ниже температуры объемной кристаллизации, в течении 1 8 ч при давлении воздуха 1,0 10⁻¹ атм.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

-4-

RU 2044799 C1

RU 2044799 C1

RU 2044799 C1

RU 2044799 C1

1 С 6 6 7 9 9 С 1

Эксплуатационные свойства известного и предложенного сплавов

| Сплав | № | Химический состав сплава, мас. % | | | | | | | Режимы термической обработки | | | | Магнитные свойства сплава | | | |
|--------------|----|----------------------------------|----|----|-----|---|---|----|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|------------------------------------|--|--|---------------------|
| | | Fe | Ni | B | Si | P | C | Al | Т _{об.хр.} , °С | Т _{пов.хр.} , °С | Р _{возд.} , атм | Выдержка, ч | постоянная магнитная проницаемость | интервал полей постоянной магнитной проницаемости, А/м | накопленная энергия, Дж/м ² | поле насыщения, А/м |
| Предложенный | 1 | 76 | 2 | 10 | 6 | 1 | 2 | 3 | 510 | 430 | 1 | 3,5 | 750 | 1400 | 800 | 2000 |
| | 2 | 80 | 0 | 10 | 8 | 1 | 1 | 0 | 530 | 430 | 1 | 3,5 | 650 | 1800 | 900 | 2200 |
| | 3 | 82 | 0 | 10 | 6 | 1 | 1 | 0 | 500 | 430 | 1 | 1,5 | 980 | 1200 | 700 | 2500 |
| | 4 | 77 | 1 | 12 | 8 | 1 | 1 | 0 | 510 | 390 | 1 | 8 | 900 | 1400 | 750 | 2700 |
| | 5 | 76 | 5 | 10 | 6 | 0 | 0 | 3 | 540 | 430 | 1 | 4,5 | 580 | 2000 | 1000 | 4000 |
| | 6 | 76 | 2 | 10 | 6 | 1 | 0 | 5 | 530 | 430 | 1 | 3 | 400 | 2500 | 1200 | 4900 |
| | 7 | 80 | 0 | 14 | 6 | 0 | 0 | 0 | 550 | 500 | 10 ⁻¹ | 1 | 350 | 3000 | 1400 | 5200 |
| | 8 | 78 | 0 | 10 | 10 | 1 | 1 | 0 | 530 | 410 | 1 | 3 | 450 | 2600 | 1300 | 4700 |
| | 9 | 76 | 2 | 8 | 10 | 2 | 0 | 2 | 550 | 480 | 5x10 ⁻¹ | 2 | 250 | 3500 | 1700 | 6000 |
| | 10 | 77,5 | 0 | 13 | 9,5 | 0 | 0 | 0 | 560 | 430 | 1 | 5 | 1200 | 1000 | 650 | 2000 |
| Известный | | | | | | | | | | | | | | | | |

RU 2 0 4 4 7 9 9 С 1

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| 23 T P 92SU-5059061 (95.09.27) C22C 45/00 is iron alloy for magnetic elements prodn. - contains iron, silicon, phosphorus, carbon and aluminium 319 : KULINICH T P, MAKAROV V A, RACHKOV V V | L03 M27 KULI/ 92.08.18 *RU 2044799-C1 | L(3-B2) M(27-B, 27-BB, 27-BS) |
| contains (atomic %) Fe 76-82, Ni 0-5, B 10-14, Si 6-10, P 0- d Al 0-2, and undergoes surface crystallisation. The total %, Si, P, C and Al is in the 18-22 atomic % range. The crystallisation is carried out at $120 \pm 50^{\circ}\text{C}$ below the temp. of crystallisation, for 1-8 hours at an air pressure of 0.1 atm. | | |
| prodn. of cores for linear transformers and memories. | | |
| <u>AGE</u> alloy has a constant magnetic permeability over a wide range of field strengths. | | |
| wgNo.0/0) | | |
| | | RU 2044799-1 |

© 1996 Derwent Information Limited
Derwent House 14 Great Queen Street London WC2B 5DF England UK
Derwent Incorporated
1420 Spring Hill Road Suite 525 McLean VA 22102 USA

